

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON
Année scolaire 1910-1911. — N° 135

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
CROISSANCE DES OS

ÉTUDE HISTORIQUE ET EXPÉRIMENTALE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 27 Juillet 1911

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Léon FOLLIASSON

Né le 16 Décembre 1883 à Gap (Hautes-Alpes)



IMPRIMERIE P. COLOMBIER
30, Rue des Maisons-Neuves, angle rue Victor-Hugo
VILLEURBANNE

1911



Digitized by the Internet Archive
in 2026.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA
CROISSANCE DES OS

ÉTUDE HISTORIQUE ET EXPÉRIMENTALE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 27 Juillet 1911

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Léon FOLLIASSON

Né le 16 Décembre 1883 à Gap (Hautes-Alpes)



IMPRIMERIE P. COLOMBIER

30, Rue des Maisons-Neuves, angle rue Victor-Hugo
VILLEURBANNE

1911

PERSONNEL DE LA FACULTE

MM. HUGOUNENQ..... DOYEN.
J. COURMONT..... ASSESSEUR.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAUVÉAU, AUGAGNEUR, MONOYER, SOULIER, TRIPIER, CAZENEUVE, LÉPINE

PROFESSEURS

Cliniques médicales.....	MM. TEISSIER.
Cliniques chirurgicales.....	ROQUE.
Clinique obstétricale et Accouchements.....	BARD.
Clinique ophtalmologique.....	PONCET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques....	JABOULAY.
Clinique des maladies mentales.....	FABRE.
Clinique des maladies des enfants.....	ROLLET.
Clinique des maladies des femmes.....	NICOLAS.
Physique médicale.....	PIERRET.
Chimie médicale et pharmaceutique.....	WEILL.
Chimie organique et Toxicologie.....	POLLOSSON (A.).
Matière médicale et Botanique.....	CLUZET.
Parasitologie et Histoire naturelle et médicale.....	HUGOUNENQ.
Anatomie.....	MOREL.
Anatomie générale et Histologie.....	BEAUVISAGE.
Physiologie.....	GUIART.
Pathologie interne.....	TESTUT.
Pathologie et Thérapeutique générales.....	RENAUT.
Anatomie pathologique.....	MORAT.
Médecine opératoire.....	COLLET.
Médecine expérimentale et comparée.....	COURMONT (P.).
Médecine légale.....	PAVIOT.
Hygiène.....	POLLOSSON (M.).
Thérapeutique.....	X...
Pharmacologie.....	LACASSAGNE.
	COURMONT (J.)
	PIC.
	FLORENCE.

PROFESSEURS ADJOINTS

Physiologie, cours complémentaire.....	DOYON.
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.....	LANNOIS.
Pathologie externe.....	VALLAS.
Maladies des voies urinaires.....	ROCHET

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chimie minérale.....	MM. BARRAL,	agrégé.
Propédeutique chirurgicale.....	BERARD,	—
Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN,	—
Chirurgie infantile.....	NOVE-JOSSERAND	—
Accouchements.....	COMMANDEUR,	—
Matière médicale.....	MOREAU,	—
Embryologie.....	REGAUD,	—
Anatomie topographique.....	PATEL,	—
Botanique.....	BRETIN	—

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
SAMBUC.	J. LEPINE.	NOGIER.	TAVERNIER
REGAUD.	LESIEUR.	LATARJET	CADE
COMMANDEUR.	MARTIN (El.).	BRETIN	MOURIQUAND
GAYET.	LAROYENNE.	LERICHE	ARLOING (F.)
NEVEU-LEMAIRE	VORON.	THEVENOT	GUILLEMARD
PATEL.			

M. BAYLE, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. VALLAS, président;

MM. LATARJET, assesseur; THÉVENOT et TAVERNIER, agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner ni approbation, ni improbation.

A MON PÈRE, A MA MÈRE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR VALLAS

CHIRURGIEN-MAJOR A L'HÔTEL-DIEU

Introduction

L'idée de ce travail est née de la lecture des recherches de Julius Wolff sur l'architecture intérieure des os. En lisant cet auteur, on est frappé de voir les arguments accumulés pour constituer des faisceaux de véritables preuves de l'accroissement interstitiel de l'os. Arguments mathématiques, arguments expérimentaux, arguments histologiques. Sans doute, les démonstrations de Wolff paraissent aujourd'hui moins probantes qu'elles ne devaient l'être il y a une quarantaine d'années; mais on comprend que des luttes se soient engagées à ce propos et que les adversaires soient restés sur leurs positions sans faire de concessions réciproques. Imbu des idées d'Ollier, le maître incontesté de la chirurgie osseuse, nous ne pensions pas que l'os pût s'accroître en longueur autrement que par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison; jusqu'à la lecture détaillée minutieuse des articles de Wolff, nous admettions avec Ollier et avec ses élèves que l'accroissement interstitiel ne prend aucune part à

la croissance normale. Quelque audacieux que puisse paraître un travail ayant pour objectif de reprendre les expériences du maître lyonnais, nous avons cru pouvoir le faire, encouragé que nous l'étions par ceux qui nous ont donné le sujet de ce travail. M. le Dr Gallois, dont nous étions l'interne à l'hôpital de Sainte-Foy, et qui fut le dernier chef de clinique du Professeur Ollier, a été le premier à nous encourager à poursuivre ces recherches, que depuis plusieurs années il avait déjà commencées avec le concours de M. le Dr Latarjet, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon. Nous voudrions que ce travail fût considéré comme une suite aux recherches lyonnaises sur le développement des os et leur rapport avec les affections chirurgicales. Nous n'ignorons pas que nous n'apportons comme documents qu'un nombre assez restreint d'expériences et que, par suite nous courons le risque de ne pas entraîner dans l'esprit de tous la conviction que nous partageons actuellement. Le petit nombre des expériences tient à des causes multiples, en particulier à la difficulté où nous nous sommes trouvé, étant livré à nos propres ressources, de réunir des chiens, des chats, des porcs, des cobayes, des chèvres, dont l'achat et l'entretien sont extrêmement onéreux. Les expériences citées ont été faites avec la collaboration de MM. Gallois et Latarjet, et la plus grande attention a été apportée pour éviter toute complication inflammatoire.

Ce travail comprend une partie historique qui

pourra paraître un peu longue, mais que nous avons jugée utile, — parce que les auteurs citent tous les recherches de Duhamel, mais aucun ne les relate avec quelque détail, — parce que les expériences de Flourens, comme celles d'Ollier méritaient d'être citées, étant peu nombreuses. Enfin parce que nous n'avons vu nulle part exposées les idées de Julius Wolff.

Le second chapitre est consacré à la critique des théories, à l'expérimentation et à l'édification de données sur la croissance des os en longueur.

Avant d'aborder notre premier chapitre, qu'il nous soit permis d'adresser ici les remerciements les plus vifs, non seulement à MM. Gallois et Latarjet qui nous ont inspiré le sujet de cette étude et guidé dans le développement de notre travail, mais encore à M. le Professeur Vallas qui nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse ; à M. Couvreur chargé de cours à la Faculté des sciences et administrateur de l'hôpital de Sainte-Foy, qui nous a donné de précieuses indications.

Tout notre souvenir reconnaissant restera attaché aux maîtres éminents que nous avons eus, soit à Grenoble, pour les travaux du P. C. N., soit à Lyon durant nos études médicales. Que M. le Professeur Auguste Pollosson veuille bien nous permettre de rappeler particulièrement son nom. Nous n'oublierons jamais et sa bienveillance et ses conseils éclairés.

Notre ami Joyes, externe des hôpitaux de Paris a

bien voulu nous transmettre les recherches bibliographiques faites à la Bibliothèque nationale; nous sommes heureux de le remercier ici de ce geste de bonne confraternité.

Nous prions MM. Gallois, Roy, Gauthier, Coronat et M. Morandy d'agréer comme un faible témoignage de notre reconnaissance, l'hommage que nous leur adressons ici de notre sincère gratitude pour l'intérêt qu'ils nous ont porté et les conseils dont nous avons profité pendant notre internat.

L'administration de l'hôpital de Sainte-Foy, où nous sommes depuis bientôt deux ans, a usé à notre égard d'une si grande bienveillance que nous nous devons de lui offrir le respectueux hommage de notre reconnaissance, ainsi qu'aux Sœurs de l'hôpital.

CHAPITRE I

Des diverses théories énoncées sur l'accroissement des os en longueur.

Théorie ancienne ou anatomique. — Théorie de l'accroissement par le cartilage de conjugaison. — Théorie de l'accroissement interstitiel.

Rôle de l'histologie dans l'interprétation de ces théories. — Tendance actuelle au retour aux idées anciennes sur l'accroissement des os.

Pour les anciens auteurs, l'accroissement des os en longueur ne relevait pas d'un processus spécial. La même loi, qui présidait à la formation et au développement des parties molles, des muscles, des nerfs, ou des organes comme le foie, le cœur, tenait sous sa dépendance le tissu osseux. La présence de tous les organes chez l'enfant à sa naissance, les portait forcément à croire que tous ces organes se développaient de la même manière, c'est-à-dire par l'extension de chacune des petites parties dont ils

étaient composés. Cette extension ne dérangeait point leur forme, parce que suivant l'expression des anciens auteurs, elle se faisait par l'interposition d'un suc nourricier. Le *cartilage de conjugaison*, alors désigné sous le nom de *cartilage intermédiaire*, n'avait aucun rôle précis. C'était suivant l'expression de Bordenave : « Un prolongement membraneux et tendre que la macération et l'ébullition amollissent d'abord, fondent ensuite, et détruisent facilement ». Kerckring (1670) ; Clopton Havers (1691) ; Winslow (1720) ; Albinus (1726) ; avaient bien fait connaître quelques points intéressants de la structure intime des os, mais l'accroissement en longueur n'avait pas été envisagé par ces auteurs. Jusqu'à Duhamel, et même après lui, ces idées anciennes persistent et se retrouvent encore dans Bichat. L'ostéogénèse s'expliquait d'une façon fort simple, que l'on peut résumer ainsi : l'os s'accroît comme tous les tissus vascularisés par expansion et par les diverses parties vivantes de chacun de ses propres éléments. C'est en somme la théorie interstitielle, à laquelle nous verrons plusieurs auteurs se rallier et à laquelle on tend de plus en plus de nos jours.

Théorie de Duhamel.

En 1739, Duhamel du Monceau, fait connaître à l'Académie des sciences ses premières recherches sur l'accroissement des os. A partir de ce moment, une ère nouvelle commence et une discussion précise s'engage. Le premier mémoire de Duhamel est de

1739, il y étudie l'action de la garance sur les os ; un second mémoire de 1742, envisage la réparation des os fracturés plutôt que l'accroissement proprement dit. La communication la plus intéressante et concernant exclusivement le sujet qui nous occupe est du 4 avril 1742. Elle est intitulée « Sur le développement et la crue des os des animaux ». Nous lui ferons de nombreux emprunts, car il importe de faire connaître avec détails les idées de cet auteur.

Duhamel avait eu l'attention attirée sur le « rapport entre la crue des os dans l'animal et celle du corps ligneux dans les végétaux » et ses expériences et observations vont montrer « tout naturellement et sans aucune gène » l'analogie annoncée.

Si j'examine, dit-il, l'écorce d'un jeune arbre vigoureux, je vois qu'elle est composée de plusieurs couches s'enveloppant les unes, les autres ; que les plus extérieures, celles qui sont immédiatement sous l'épiderme sont succulentes, tendres et herbacées. Sous ces couches, j'en aperçois d'autres qui ont plus de solidité et qui sont traversées par quelques fibres qui s'étendent suivant la longueur du tronc.

Enfin plus j'approche du bois, plus j'aperçois des fibres longitudinales et plus je trouve de solidité et de ressemblance avec le bois. Passons au périoste. Il recouvre tous les os, il est plus épais dans les jeunes sujets que dans les vieux. Les lames intérieures du périoste sont cartilagineuses et par conséquent plus solides que les extérieures qui ne sont que membraneuses. On voit donc la ressemblance entre l'écorce des arbres et le périoste qui recouvre les os.

Le périoste ne s'étend pas seulement sur le corps de l'os, il se prolonge entre l'épiphyse et le corps de l'os pour y former le cartilage intermédiaire, en outre le cartilage de l'articulation qui revêt la tête de l'épiphyse lui est continu.

Comparons maintenant la texture du bois avec celle de l'os. Le tronc d'un arbre est formé par un certain nombre de couches ligneuses s'enveloppant les unes les autres. Les os sont composés de couches très minces ; Clopton Havers, Gagliardy, M. du Verney, Winslow ont démontré ces couches. Reste à démontrer que les os croissent comme les arbres. « Je mets, raconte Duhamel, un marron d'Inde en terre ; quelque temps après, et aussitôt que la tige s'est élevée de deux pouces au-dessus du terrain, je la divise de ligne en ligne et je marque les dimensions avec du vernis coloré ; je laisse profiter mon arbre et je remarque que toutes les divisions faites sur la tige s'écartent les unes des autres ; je fends alors la tige d'un autre arbre du même âge, et je reconnais que la tige est dans toute sa longueur, tendre, succulente et herbacée ». J'examine quelque temps après mon arbre marqué et je trouve que les divisions les plus proches des racines ne s'écartent guère, pendant que celles qui sont à l'extrémité supérieure s'écartent beaucoup. En examinant un marronnier du même âge, je vois que l'intérieur de ce jeune arbre commence à s'endurcir par le pied, précisément à la partie où les divisions cessent de s'écarter les unes des autres. Que se passe-t-il à l'égard des os ?

« Précisément la même chose ; si l'on pique avec

une aiguille et à des distances égales, la jambe d'un poulet, qui ne fait que d'éclore, et qu'on le tue douze à quinze jours après, pour examiner l'os de cette partie, on trouvera toutes les impressions de piqûres écartées les unes des autres, mais celles qui seront vers la partie moyenne le seront moins que celles qui seront vers les extrémités, et cela parce que l'endurcissement commence vers la partie moyenne de l'os de la jambe et qu'il gagne peu à peu les extrémités ». La crue des os, ou l'extension des parties qui les doivent former se fait donc en raison contraire du progrès de l'endurcissement.

Certes, le mémoire de Duhamel manque un peu de précision. Il ne dit pas que le cartilage intermédiaire est la source de sève qui donne à l'os sa puissance de croissance, mais les auteurs qui vont suivre altéreront la pensée de Duhamel et la transformeront en voulant l'interpréter.

Fougeroux, neveu et commentateur de Duhamel, réfute dans une série de mémoires, parus en 1760, les critiques adressées à Duhamel par Bordenave et Haller. Parmi les objections de Bordenave, il en est une qui mérite d'être rapportée : « Admettons, dit Bordenave, que le périoste se change en os ; il faudrait, dans ce sentiment, que l'ossification des épiphyses se fit par leur surface extérieure et particulièrement par la face qui répond au cartilage intermédiaire (1) ; on peut observer le contraire ; l'ossifi-

(1) Pour Bordenave, le cartilage intermédiaire est une production membraneuse et non un cartilage vrai.

cation commence par le centre de l'épiphyse et s'étend vers la circonférence ; *ce n'est donc pas le cartilage intermédiaire, ni le périoste, qui se convertissent en lames osseuses* ».

Nous ne donnerons ni la réfutation de Fougereux, ni le développement justificatif de Bordenave, qui attribue aux vaisseaux sanguins la formation des points primitifs d'ossification ; cette citation a simplement pour objet de montrer que dès cette époque le rôle précis du cartilage intermédiaire était posé dans l'esprit des anatomistes et des chirurgiens.

Jusqu'en 1842, les opinions émises ne reposent pas sur des données suffisamment précises pour retenir l'attention ; les idées de Duhamel sont reproduites par les anatomistes, mais n'ont entraîné aucune considération pratique, et par suite tendent à tomber dans l'oubli.

Théorie de Flourens.

Flourens reprend en 1840 les expériences de Duhamel et les poursuit pendant plusieurs années. Comme Duhamel, il suscite des contradicteurs.

Son ouvrage « *Théorie expérimentale de la formation des os* » (1847) donne des conclusions précises que nous devons reproduire :

« Ma théorie sur la formation des os, dit-il, repose sur les six propositions suivantes :

« La première, que l'os se forme dans le périoste ;

« La deuxième, qu'il croît en grosseur par couches superposées ;

« La troisième, qu'il croît en longueur par couches juxtaposées;

« La quatrième, que le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os;

« La cinquième, que les têtes sont successivement formées et résorbées pour être reformées encore tant que l'os croît;

« Et la sixième, que la mutation continuelle de la matière est le grand et merveilleux ressort du développement des os ».

Nous ne retiendrons de ces conclusions que celle qui nous intéresse particulièrement, la troisième : « L'os croît en longueur par couches juxtaposées ».

Les expériences sur lesquelles Flourens se base sont peu nombreuses et peuvent être brièvement rapportées : sur le tibia de plusieurs lapins, il place deux clous d'argent à intervalles mesurés très exactement (20 millimètres). L'expérience dure 53 jours, et quand l'animal est tué, il n'y a entre les deux clous que 20 millimètres de distance ; l'intervalle entre les deux clous était donc resté le même, et cependant l'animal s'était beaucoup accru, le tibia en particulier, 31 millimètres. Il relate en outre des expériences sur le corps de l'os et sur ses extrémités. « L'expérience relative au corps de l'os a trois clous qui la représentent..... Or, quand l'expérience a commencé, ces clous étaient à un centimètre l'un de l'autre : et quand l'expérience a fini, ils étaient l'un de l'autre à un centimètre. » Et l'os cependant s'était accru, et tout l'accroissement s'était fait par delà les clous,

« Deux clous représentent l'expérience relative aux extrémités de l'os. » Ils ont été mis à 4 millimètres de l'épiphyse supérieure et de l'épiphyse inférieure ; la distance entre les clous est restée la même « tous ces os se sont accrus par en haut et par en bas et ils ne se sont accrus que par en haut et que par en bas ». L'os ne croît donc pas en longueur « par l'extension de son tissu ; il croît en longueur « parce que de nouvelles couches, de nouvelles « lames s'ajoutent sans cesse les unes aux autres à « chacun de ses deux bouts et s'y juxtaposent. Mais « d'où viennent ces couches, ces lames dont la « juxtaposition successive produit tout l'accroissement de l'os en longueur ? Elles viennent du fibrocartilage (c'est-à-dire du périoste à l'état de fibrocartilage) qui sépare l'os de son épiphyse. la « diaphyse de l'épiphyse ». En note, Flourens ajoute : « Il me reste à parler de l'expérience des « épiphyses : je n'en dirai qu'un mot et même (pour « ne pas détourner l'attention de l'expérience plus « importante des apophyses ou têtes de l'os) je ne « le dirai qu'en note. » Dans l'expérience « on a mis « ou voulu mettre un clou dans chaque épiphyse. « Par erreur, le clou 1 a été mis non dans l'épiphyse « mais dans le fibro-cartilage qui sépare l'épiphyse « de la diaphyse : il était à 4 millimètres du clou 2 « et il est resté à 4 millimètres du clou 2 » Au contraire, un clou mis dans l'épiphyse à 4 millimètres du clou sous-jacent en était à 17 millimètres à la fin de l'expérience. Telles sont les expériences sur lesquelles Flourens a appuyé sa théorie de l'accroisse-

ment par juxtaposition. Il nous resterait à signaler quelques déductions tirées des expériences faites avec la garance, mais elles ont moins d'importance que celles que nous venons de relater et nous les passons sous silence. En somme, les idées sur la croissance par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison ne prennent une réelle valeur qu'avec cet auteur. Nous nous bornons actuellement à un simple énoncé et nous reviendrons plus tard sur les critiques à adresser à ces expériences.

Après Flourens, plusieurs auteurs ont repris cette question de l'accroissement de l'os en longueur ; ce sont surtout des chirurgiens : Larghi, de Verceil (1855), Broca, Dupuytren, Velpeau, pour ne citer que les principaux. Mais ils n'apportent aucune modification aux idées exprimées jusqu'à eux.

Théorie d'Ollier.

En 1867, Ollier publie un ouvrage extrêmement complet et documenté : « Traité expérimental et clinique de la régénération des os », dans lequel se trouvent exposées et confirmées les expériences de ses prédécesseurs Duhamel et Flourens. Toutefois, si cet auteur a apporté, en ce qui concerne le périoste, des expériences qui entraînent forcément la conviction, il ne relate sur le cartilage de conjugaison que quelques expériences. Nous croyons de notre devoir de rapporter, aussi brièvement que possible, les expériences d'Ollier, comme nous l'avons fait pour ses prédécesseurs, de façon à mettre sous les yeux du lecteur tous les arguments en faveur de la théorie

de l'accroissement par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison. Nous aurons l'occasion en relatant les mémoires publiés par les élèves d'Ollier de préciser le rôle que cet auteur faisait jouer au cartilage de conjugaison. Voici comment Ollier formule son opinion :

« (1) L'accroissement est, en effet, tout différent dans les tissus mous et dans la substance osseuse. Dans les premiers, il est interstitiel ; en d'autres termes, il s'opère par l'interposition de nouveaux éléments anatomiques entre les éléments existants. Dans le second, au contraire, l'accroissement se fait par la superposition de nouveaux éléments ; les ostéoplastes fixés à une distance déterminée par l'inextensibilité de la matière calcaire, ne s'écartent pas pour faire place à de nouveaux éléments ; ceux-ci se déposent ou en dehors ou en dedans de la couche déjà formée. Nous exprimerons ce fait, en disant que l'accroissement de l'os est périphérique, en opposition à celui des parties molles, qui est interstitiel ».

Rappelant les expériences de Duhamel et de Flourens, Ollier ajoute : « nous avons planté des clous dans le tibia, des lapins, pigeons, poulets, peu de jours après la naissance. Chez le lapin, nous avons eu des résultats tout-à-fait semblables à ceux de Flourens » ; et plus loin : « Mais sur les jeunes poulets nous avons eu des résultats un peu différents. En plantant des clous dans la portion spongieuse de

(1) OLLIER. — Régénération des os. Tome I, pages 349 et suivantes.

la diaphyse, plus près du cartilage que dans la précédente expérience, nous avons observé, dans quelque cas, un écartement de 5 à 15 dix millièmes de mètre. Ce résultat viendrait confirmer la restriction que faisait Duhamel en faveur de la substance osseuse non complètement durcie ; mais comme l'écartement n'a pas été constant nous ne devons pas invoquer cette petite différence pour diminuer l'importance de la loi générale, qui est le non allongement du tissu osseux ».

Les expériences d'Ollier citées dans le traité de la régénération des os doivent être rapportées avec quelque détail. C'est en premier lieu l'ablation du cartilage de conjugaison et son transplant sous la peau.

Sur un jeune lapin d'un mois et demi environ, Ollier découpe en rondelle le cartilage de conjugaison inférieur du radius. Le périchondre bordait de toutes parts le cartilage. Cette rondelle fut transplantée sous la peau du front d'un autre lapin. Quatre-vingt jours après, le cartilage avait l'aspect et la consistance du tissu osseux. Il était moins gros qu'au moment de la transplantation, il avait diminué à son centre et représentait une lentille biconcave. Ollier ajoute : le cartilage de conjugaison transplanté subit presque constamment la dégénérescence graisseuse, bien qu'il ne soit pas isolé des autres parties de l'os. Dans la plupart des cas nous n'avons trouvé qu'un tissu partiellement calcifié sans véritable ossification. La substance cartilagineuse, ne se greffe, d'après Ollier, qu'au moyen de son périchondre, et toute portion de

ce tissu qui a été dépouillée de sa membrane d'enveloppe est résorbée au bout d'un temps plus ou moins long, quand elle n'est pas l'occasion d'un abcès. En résumé, la transplantation du cartilage de conjugaison seul, ne produit pas de tissu osseux.

Les secondes expériences signalées sont celles qui ont rapport aux résections épiphysaires. Dans ces résections, il se produit une masse cartilagineuse entre la masse diaphysaire et les noyaux épiphysaires. C'est ce cartilage temporaire qui est le seul moyen d'accroissement en longueur que possède l'os nouveau. Cette couche se trouve juste au point qu'occupait le cartilage de conjugaison normal. Elle nous paraît due au périchondre qui entoure ce cartilage. Ce cartilage néoformé nous « fournit la seule explication des différences que présentent les os reproduits dans leur accroissement. Lorsqu'il ne se constitue pas ou disparaît de bonne heure, l'os nouveau n'a que la longueur de la gaine périostique; lorsqu'il persiste pendant un temps suffisant, l'os nouveau devient plus long que l'os enlevé (1) ». Les résections sous-périostées épiphysaires montrent donc que chez les sujets jeunes, l'os se reproduit en longueur par la reconstitution complète d'une substance cartilagineuse analogue au cartilage de conjugaison; et sans vouloir entrer ici dans des discussions sur l'importance des résections épiphysaires, nous ferons remarquer que, si le cartilage se reproduit à

(1) Pages 318-319.

la suite des résections épiphysaires, permettant ainsi à l'os de s'accroître en longueur, il n'y aurait aucun inconvénient à pratiquer ces interventions et l'on ne voit pas dès lors les motifs pour lesquels Ollier combattrait plus tard, au nom de la clinique, ces mêmes résections épiphysaires.

Nous abordons maintenant la troisième série d'expériences sur l'accroissement des os en longueur. Ces expériences sont précédées de l'affirmation suivante : « Le tissu osseux ne s'étend pas ; il s'accroît par apposition extérieure. L'examen anatomique d'un os long, en voie de croissance, nous montre que les couches nouvelles se forment aux dépens du cartilage de conjugaison, sur les limites de la diaphyse et aux dépens de la couche ostéogène, à la périphérie de l'organe. » Ollier a fait de nombreuses expériences pour contrôler les idées de Duhamel et de Flourens. « Nous voulions voir, dit-il, si au début de sa formation, alors qu'elle a encore un peu de souplesse, la substance osseuse n'était pas susceptible d'une certaine extension, et nous avons planté des clous dans le tibia des lapins, pigeons, poulets, peu de jours après la naissance..... Bien que l'os ait triplé de longueur, le rapport des clous est exactement le même. Mais sur les jeunes poulets, nous avons eu des résultats un peu différents. En plantant des clous dans la portion spongieuse de la diaphyse, plus près du cartilage que dans la précédente expérience, nous avons observé, dans quelques cas, un écartement de 5 à 15 dix-millièmes de mètre. Ce résultat viendrait confirmer la restriction

que faisait Duhamel en faveur de la substance osseuse non complètement durcie. » Mais Ollier, malgré cette légère restriction, en arrive à conclure d'une façon fort nette, à l'absence complète d'accroissement interstitiel, dans la substance osseuse.

Dans une quatrième série d'expériences, Ollier étudie le retentissement que peut avoir sur l'accroissement de l'os l'ablation de ses diverses parties ; mais avant d'aborder ses expériences, Ollier indique que les décollements épiphysaires ou diaphysaires n'ont pas toujours de retentissement sur l'accroissement des os en longueur. Nous reviendrons ultérieurement sur ce fait important. Voici maintenant l'exposé des expériences faites par cet auteur sur l'ablation des diverses portions d'un os long :

a) Ablation du cartilage diarthrodial. — Sur un lapin de 35 jours, nous avons enlevé les cartilages diarthrodiaux du radius et du cubitus en les coupant tous les deux au même niveau. Deux mois et demi après, la diaphyse du cubitus était en *retard de 2 mill. sur celle du côté sain, celle du radius de 5 mill.*

b) Ablation de la totalité de l'épiphyse. — Sur un lapin de six semaines, nous enlevâmes la totalité des épiphyses inférieures du radius et du cubitus en laissant intact le cartilage de conjugaison correspondant. Quatre mois plus tard le cubitus avait 64 mill., celui du côté sain 79. Le radius avait subi un arrêt proportionnel : *diminution de longueur 15 mill.*

c) Ablation du cartilage de conjugaison. — Sur

deux lapins, nous avons enlevé, en une rondelle, les cartilages de conjugaison inférieurs du radius et du cubitus revêtus de leur périoste. Soixante-sept jours après le cubitus sain avait 59 mill. et le cubitus opéré 46 : *diminution de longueur 13 mill.* Sur le deuxième lapin tué longtemps après, le cubitus opéré avait 44 mill., le sain 62 mill. : *diminution de longueur 18 mill.*

d) Ablation de la portion juxta-épiphysaire de la diaphyse. — Sur deux jeunes lapins, 4 millim. de la portion juxta-épiphysaire du radius et du cubitus sont enlevés, Trois mois après : *diminution de longueur 8 mill.*

e) Ablation de la partie centrale de la diaphyse. — Sur un lapin nous avons enlevé la portion centrale de la diaphyse sur une longueur de 18 mill. Trois mois après, l'os était *diminué de longueur de 15 dix-millièmes de mètre.*

Ainsi l'ablation du cartilage de conjugaison a donné une diminution de longueur de 13 mill. dans un cas et 18 mill. dans le second, tandis que l'ablation de la totalité de l'épiphyse sans le cartilage de conjugaison a donné une diminution de longueur de 15 millimètres. Ces expériences données par Ollier comme absolument démonstratives ne nous ont pas paru entraîner la conviction absolue. Ainsi, les expériences d'Ollier sur l'accroissement des os en longueur, sont la confirmation des idées de Flourens. A diverses reprises, Ollier revient sur les idées que nous venons d'exposer. En 1873, il publie dans les *Archives de physiologie* un article intitulé :

« Recherches expérimentales sur le mode d'accroissement des os ». Dans ce mémoire, Ollier confirme son opinion première et voulant expliquer l'écartement constaté chez les oiseaux entre les clous, il invoque la médullisation du tissu osseux au niveau de ces corps étrangers, et leur entraînement par le périoste qui, lui, subit l'accroissement interstitiel. Ainsi, l'accroissement interstitiel du périoste et le ramollissement du tissu osseux au niveau du point d'implantation explique l'écartement des clous. Un travail d'un de ses élèves, A. Poncet « de l'ostéite envisagée au point de vue de l'accroissement des os » vient étayer encore cette théorie. Mais nous devons faire remarquer dès maintenant que cette ingénieuse explication de l'écartement des clous plantés dans la diaphyse ne tient, en réalité, aucun compte du cartilage de conjugaison.

Philippeau et Vulpian se sont rangés à l'avis d'Ollier, ainsi que la presque totalité des chirurgiens, car les faits cliniques sont venus confirmer en partie les explications fournies par Ollier. Nous rappelons cependant, que, même au cours des travaux de ses élèves, on trouve çà et là, des expériences en désaccord avec les idées exprimées par ce maître. C'est ainsi que dans la thèse de Curtillet ⁽¹⁾, nous trouvons rappelée l'expérience de Vogt ⁽²⁾ que nous devons citer, « Vogt prend une chèvre de 3 semaines : après avoir incisé le périoste en dedans de la ligne épiphy-

(1) Thèse de Lyon (1891). Des décollements juxta-épiphysaires.

(2) Arch. für Clin. chirur. vol. XXI - fasc. II, page 477.

saire de l'extrémité supérieure du tibia, il décolle cette épiphyse et glisse une feuille d'or désinfectée entre le cartilage de conjugaison et la diaphyse, puis il ferme avec des sutures au catgut la plaie profonde et les parties molles. L'état général reste très bon, on ne constate qu'une légère inflammation périostale. Au bout de 4 mois, il sacrifie l'animal. Le tibia a subi un raccourcissement de 8 cent. A la partie interne de ce tibia, il reste encore une couche épaisse de cartilage au-dessus de la feuille d'or ; au-dessous, la diaphyse paraît un peu épaissie. Tout autour, se trouve du tissu conjonctif infiltré de sels calcaires. Vogt renouvelle la même expérience chez le chien, en introduisant dans son radius une lame de caoutchouc désinfectée. » Il arrive aux mêmes résultats que dans l'expérience précédente. Ainsi donc, « grâce à l'intégrité absolue de tous les éléments du cartilage de conjugaison, on pourrait supposer que sa prolifération ne serait pas arrêtée par l'interposition d'un corps étranger parfaitement aseptique, et que le processus d'ossification ne serait point interrompu. Il était permis de s'attendre à voir la petite lamelle refoulée peu à peu vers le centre de la diaphyse, comme le clou planté au-dessous du cartilage de conjugaison et qui s'en éloigne de plus en plus à mesure que se dépose au-dessus de lui de nouvelles couches osseuses. » Il n'en a pas été ainsi, parce que, déclare l'auteur, le cartilage a perdu toute sa vitalité ; les vaisseaux n'allant plus de la diaphyse au cartilage de conjugaison. Ces vaisseaux sont indispensables à la transformation du tissu car-

tilagîneux en tissu osseux. Si une cause quelconque empêche le bourgeonnement vasculaire, le cartilage de conjugaison est aussitôt frappé d'inactivité.

Le travail de M. Nové-Josserand sur : « Les troubles de l'accroissement des os par lésions du cartilage de conjugaison (1) » reproduit les affirmations déjà énoncées par Ollier dans son travail sur « la Régénération des os ». Toutes les causes d'accroissement ou de diminution de longueur des os résultent de l'activité plus ou moins grande du cartilage de conjugaison. Ce cartilage est un véritable organe dont l'irritation ou la destruction est seule capable de modifier l'accroissement de l'os. Les expériences rapportées par M. Nové-Josserand sont fort intéressantes au point de vue histologique, mais ont beaucoup moins de valeur en ce qui concerne la croissance des os en longueur. La durée de ces expériences a toujours été trop faible : 8 à 25 jours. Une seule a duré 45 jours et dans cette dernière les os ont conservé leur même longueur. Nous arrêterons là l'exposé de la théorie de l'accroissement de l'os en longueur par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison, en faisant remarquer que cette théorie a franchi trois étapes bien nettes :

La première, avec Duhamel, établit par des expériences l'accroissement des os par leurs extrémités sans cependant faire intervenir d'une façon précise le cartilage intermédiaire ou de conjugaison, à la façon des bourgeons et des branches des arbustes.

(1) Revue de chirurgie de 1894.

La deuxième, avec Flourens, qui établit le rôle capital du cartilage de conjugaison dans l'accroissement en longueur de l'os.

Enfin, la troisième étape, avec Ollier, qui attribue au cartilage de conjugaison le rôle essentiel, indispensable à la croissance de l'os en longueur.

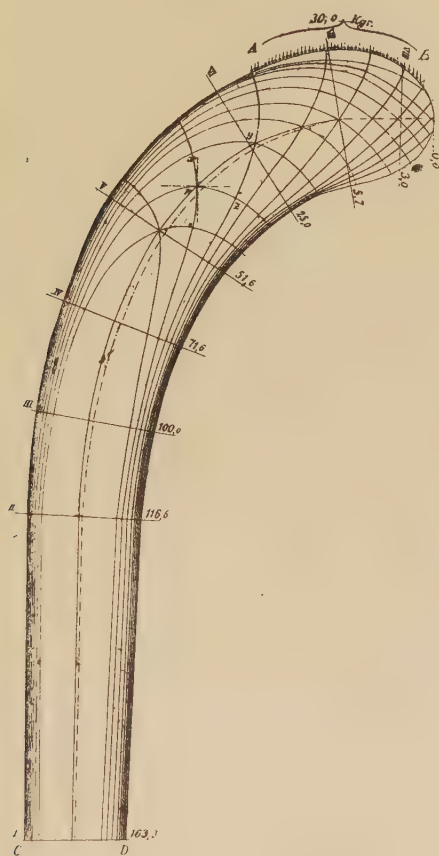
Théorie de Julius Wolff.

Voyons maintenant les arguments fournis par les auteurs qui soutiennent l'accroissement interstitiel de l'os. La théorie de l'accroissement interstitiel n'est autre que la théorie ancienne ou théorie anatomique. Son principal défenseur est Julius Wolff, et nous nous faisons un devoir de reproduire en détail les arguments invoqués par cet auteur. Pour bien saisir l'argumentation de Wolff, nous devons le suivre pas à pas dans sa démonstration. « L'os, dit Wolff, n'est pas une masse passive, rigide, inerte, incapable de métamorphose intérieure, mais bien un tissu organisé, un tissu vivant. La passivité du tissu osseux démontrée, il ne pourrait être question d'accroissement interstitiel, car les particules constituant l'os pourraient très bien se remplacer et dès lors il n'y aurait pas d'architecture intérieure de l'os systématisée. Or, Wolff va nous montrer par l'examen de coupes osseuses, que l'os est constitué par des travées orientées suivant des données statiques précises en vue d'une résistance donnée. Il faut suivre attentivement Wolff dans sa démonstration.

Cet auteur prend pour sujet de son étude l'extré-

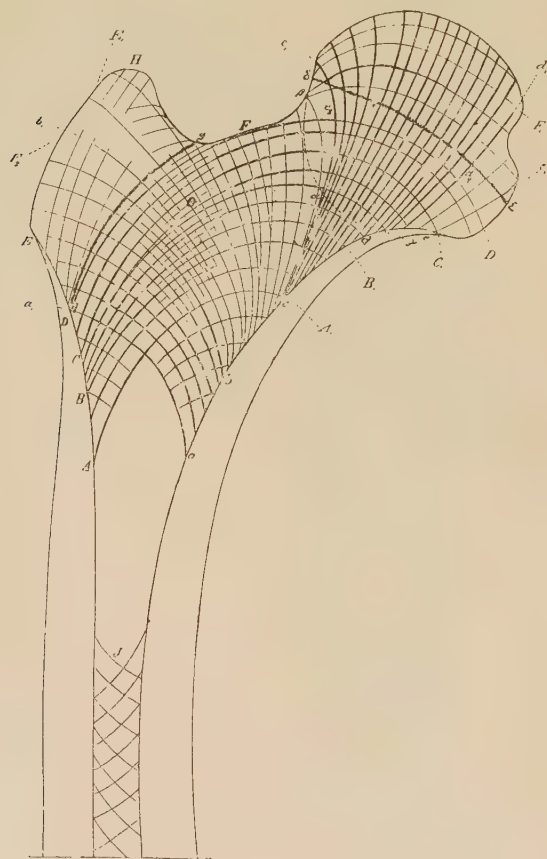
mité supérieure d'un fémur, débarrassée de ses apophyses d'insertions musculaires, le grand et le petit trochanter. Ainsi envisagé, le fémur rappelle l'image d'une grue, c'est-à-dire d'un instrument étudié par les mathématiciens au point de vue de la résistance. Or la statigraphie employée par les mathématiciens pour tracer les lignes de force résultant d'une pression supportée par cette grue arrive à donner un dessin analogue à celui que l'on voit très nettement sur une coupe frontale de l'extrémité supérieure du fémur. Cullmann de Zurich, sollicité par Wolff de dessiner les lignes de force sur une figure rappelant exactement le contour extérieur de l'extrémité supérieure du fémur, la pression supportée étant de 30 kilogs arrive à montrer une concordance parfaite entre les lignes de force tracées sur le dessin et les travées que l'on voit sur la coupe longitudinale de l'extrémité supérieure du fémur. Poussant plus loin l'analogie entre la grue de Cullmann et l'extrémité supérieure du fémur, Wolff donne aux travées partant de la partie interne de la diaphyse pour gagner la tête du fémur, le nom de travées de pression, et à celles partant du bord externe le nom de travées de traction. Entre ces deux faisceaux, il décrit l'espace neutre où ne se trouvent ni pression ni traction et qui correspond à la cavité médullaire. Sa démonstration des travées orientées suivant les lignes de force des mathématiciens est encore corroborée par ce fait que une coupe de l'extrémité supérieure du fémur faite suivant l'axe antéro-postérieur doit suivre la direction

même des forces et montrer les travées suivant leur axe.



Il est facile de se rendre compte qu'il en est bien ainsi en regardant la figure de la coupe ci-jointe. L'extrémité supérieure du fémur a donc bien une architecture qui lui est propre et qui est en tout point comparable à celle que les mathématiciens

tracent pour représenter les forces quand ils ont à établir la résistance des matériaux. Dès lors, le tissu



osseux ne nous apparaît plus comme livré au hasard, mais bien comme un organe ayant une fonction parfaitement définie. La cavité médullaire n'est autre que l'espace neutre, et l'étui diaphysaire est

la condensation des travées osseuses qui, partant de la tête humérale, vont se grouper à la périphérie de l'os. L'épanouissement des travées osseuses dans la tête fémorale, leur terminaison toujours normale à la surface articulaire, ainsi que la condensation des travées le long de la diaphyse est donc le résultat de lois mathématiques, et nous voyons qu'ainsi présenté, l'os ne peut plus être considéré comme un amas de travées d'origine purement périostique ou cartilagineux, mais bien comme dépendant d'un ensemble bien défini d'une loi mathématique absolue. Ces faits sont en outre démontrés par l'étude des cas pathologiques faite par Wolff dans une série de mémoires. L'architecture intérieure des os est un fait indéniable, et nous allons voir comment Wolff l'utilise pour justifier sa théorie de l'accroissement interstitiel des os. Comment expliquer, en effet, que des particules osseuses puissent venir s'ajouter les unes aux autres, être en somme capables de migration, puisque les travées constituent des colonnes bien définies et remplissant un but statique déterminé. Il est bien évident que si ces travées étaient constituées par des éléments migrants, l'architecture intérieure de l'os ne saurait exister et que l'édifice s'effondrerait fatalement. La structure intérieure de l'os envisagée aux diverses époques de la vie montre que l'os remplit des conditions sensiblement identiques. Si nous prenons une série de figures représentant des têtes de fémur depuis le bas-âge jusqu'à l'âge adulte, elles nous montreront toutes une disposition identique des

travées. L'agrandissement de la photographie d'une coupe de l'os d'un sujet jeune reproduit la photographie d'un os adulte; les images sont géométriquement semblables.

Cette ressemblance géométrique ne peut exister que si chaque particule isolée participe à l'agrandissement d'une façon proportionnelle; par contre cette ressemblance cesserait d'exister si l'accroissement se faisait par apport de nouvelles particules pendant une inactivité même partielle des particules déjà formées.

Et Wolff conclut de ce fait, que la nature ne peut faire autrement qu'un mathématicien ou un artiste auquel on demanderait un agrandissement très ressemblant d'une image et qui se trouve obligé d'agrandir chaque trait isolément.

Cette démonstration mathématique de l'accroissement interstitiel de l'os est vraiment très curieuse, et nous regrettons d'avoir été obligé de l'écourter.

Le second argument sur lequel s'appuie Wolff est expérimental. Il fixe trois clous à l'extrémité d'un tibia d'un jeune lapin; l'un dans l'épiphyse, le second, trois millimètres au-dessous et le troisième, trois millimètres plus loin dans la diaphyse. Après treize jours, il constate un écartement de cinq millimètres et demi entre le premier et le deuxième clou et de cinq millimètres et demi également, entre le deuxième et le troisième. Cette expérience ainsi que d'autres analogues furent présentées par Wolff au congrès de Dresde. Sur des agneaux, des chiens de haute taille, il a répété cette expérience avec le

même résultat ; et il en conclut que toute croissance osseuse se produit au niveau de la limite de l'épiphyse par une expansion extrêmement active du domaine de la région spongieuse, sans aucune apposition de particule cartilagineuse. Aussi en ce qui concerne la croissance en longueur, Wolff affirme qu'aucune apposition puisse se produire aux extrémités de la diaphyse.

Wolff tire un troisième argument de ce que la disposition architecturale reste toujours la même pendant la croissance. Il existe un petit quadrilatère irrégulier au niveau du col du fémur qu'on voit très nettement sur toutes les coupes. Or, ce petit quadrilatère se rencontre à n'importe quel âge, toujours dans la même situation, la même forme, toujours au-dessous de la limite de l'épiphyse, les côtés de ce quadrilatère ont une grandeur proportionnelle à la grandeur de la préparation. Or, il est bien évident que si des couches osseuses se formaient à la limite de l'épiphyse, il faudrait que le quadrilatère glisse à la partie inférieure du col, puis dans la diaphyse, ce qui n'est pas.

Le quatrième argument se déduit de l'étude des travées de pression et de traction. Les travées de pression n'ont pas toutes la même longueur : les unes franchissent l'épiphyse et semblent se continuer dans l'acétabulum, d'autres se terminent dans le col lui-même ou au voisinage du cartilage de conjugaison. Or, ces travées s'accroitraient, d'après la théorie de la juxtaposition, d'une façon tout-à-fait disproportionnelle. De même si l'on compare les

travées de pression avec les travées de traction, on voit, que par la théorie de la juxtaposition, on n'arrive pas à se rendre compte d'un accroissement proportionnel entre ces diverses travées. Il faudrait, en effet, que les travées de traction s'accroissent beaucoup plus vite que les travées de pression, sans quoi, la région trochantérienne tendrait à se rapprocher de plus en plus de la tête du fémur.

Les partisans de l'apposition n'ont pas envisagé l'accroissement des os courts, et cependant on y voit avec netteté que l'accroissement s'y fait par expansion et par participation proportionnelle de toutes les travées de l'os. Quand on regarde une série de préparations de calcanéum jeunes et adultes, il est impossible de comprendre l'accroissement de ces os autrement qu'interstitiellement. Ces arguments doivent être mis encore en évidence par les recherches microscopiques, mais il n'appartient pas au microscope, d'après Wolff, de dire oui ou non, mais bien comment cet accroissement interstitiel se fait.

Pour Wolff, l'os doit être considéré comme une formation d'éléments groupés à sa partie moyenne et séparés à ses extrémités où ils apparaissent sous forme de travées ou de colonnes.

La forme architecturale de l'os ne peut être conservée que si chacun des éléments s'épaissit et s'allonge proportionnellement pendant la durée de la croissance.

Le fait que la croissance a lieu dans chaque élément architectural, explique que l'accroissement sera plus lent dans la partie moyenne des os longs qu'aux

extrémités. Il suffit de se rapporter, en effet, au schéma de la grue de Cullmann pour voir que la paresse de croissance se trouve là où les lignes de force sont parallèles, c'est-à-dire à l'endroit où ni l'allongement, ni le raccourcissement de ces lignes ne produisent de changement dans la forme de l'os.

Pour Wolff, l'architecture de l'os apparaît de très bonne heure, et se trouve à l'état latent dans le cartilage.

Nous n'entrerons pas dans l'étude histologique de l'accroissement de l'os en longueur, limitant notre sujet à l'étude historique et expérimentale. Les recherches microscopiques modernes ont permis d'entrer dans l'analyse histologique de l'os en voie d'accroissement. Elles nous font assister aux processus intermédiaires qui réunissent le bloc cartilagineux à l'os parfaitement constitué, et elle éclaire la part prise par le cartilage de conjugaison dans l'édification de l'os enchondral, en montrant tous les échelons de l'édification osseuse. L'histologie sera la contribution nécessaire à donner ultérieurement la vérité sur une question que nous n'avons pas la prétention de trancher.

Kassowitz est entré résolument dans une analyse assez précise des phénomènes histologiques, en partant du centre de croissance de l'os, pour de là rayonner aux extrémités. Nous ne faisons que signaler son mémoire.

M. Moritz Bénédict dans son travail sur l'Accroissement des os, revient assez nettement à la doctrine de l'accroissement interstitiel. Sa démonstration est

basée sur l'étude des os du crâne, et nous n'insisterons pas sur ses conclusions en raison de ce fait.

Dieulafé et Herpin étudiant le développement du maxillaire inférieur et discutant l'opinion de Meckel, de Magitot et Robin, de Stieda, pour qui le cartilage de Meckel n'entre pas dans la constitution de l'os, et celle de Kölliker, Reichert, Callender, Masquelin, Broca et Lenoir, qui soutiennent au contraire que ce cartilage contribue à la formation de l'os maxillaire, arrivent à conclure : « L'os maxillaire inférieur s'édifie directement en pleine substance conjonctive sans être précédé d'aucune ébauche organisée. Seul le cartilage de Meckel guide le processus d'ossification et ce n'est qu'accessoirement qu'il y est compris lui-même. » Nous n'avons pas jugé utile d'étendre davantage ces considérations sur l'accroissement des os pour montrer la tendance actuelle à envisager au moins, pour des cas spéciaux, l'accroissement de l'os interstitiellement.

CHAPITRE II

Critique des théories. Expériences. Edification d'une théorie sur l'accroissement de l'os en longueur

On vient de voir que les théories données sur l'accroissement de l'os en longueur, sont au nombre de trois principales.

L'accroissement par la portion juxta-épiphysaire de l'os, indiqué par Duhamel.

La théorie de l'accroissement par le cartilage de conjugaison seul, soutenue par Flourens et par Ollier.

La théorie de l'accroissement interstitiel, soutenue par Wolff, à laquelle les auteurs modernes tendent à revenir, au moins en ce qui concerne certains os.

Chacune de ces théories repose sur des expériences, et, fait curieux, des expériences pratiquées dans des conditions identiques ont donné des résultats exactement inverses.

Duhamel, plante des clous le long de la diaphyse, et jusque dans l'épiphyse d'un os, et constate un écartement manifeste entre chacun des clous, mais écartement beaucoup plus marqué dans la portion juxta-épiphysaire.

Flourens, répète les expériences de Duhamel, et, chose étrange, au lieu de planter une série de clous, il en plante deux dans la diaphyse, à faible distance l'un de l'autre, rarement un troisième dans l'épiphyse ou à son voisinage, et il en tire des conclusions, pour affirmer que l'os ne se développe qu'au niveau du cartilage de conjugaison. Ce ne sont point des fautes de technique que Flourens a commises, ce sont des fautes expérimentales vraies; il n'est pas douteux que si Flourens avait planté des clous à des distances précises du milieu de la diaphyse, jusque dans l'épiphyse d'un os, il aurait constaté les mêmes faits que Duhamel. Ollier, lorsqu'il a pratiqué l'implantation de chevilles dans les os, a commis la même erreur que Flourens. Cependant, Ollier a répété souvent ses expériences, et ce n'est pas sans une certaine surprise qu'il a constaté que chez de jeunes animaux, l'accroissement se faisait dans la région juxta-épiphysaire. Imbu des idées de Flourens, convaincu également que l'accroissement de l'os était surtout le fait du périoste et non point du cartilage, sur lequel il s'est du reste fort peu apesanti, au moins dans ses premières recherches, il a négligé de pousser plus avant ses études. Wolff à son tour, a fait les mêmes expériences, et comme Duhamel, il a constaté un écart entre les clous, dans la portion diaphy-

saire de l'os. L'accroissement de l'os, en dehors du cartilage de conjugaison, est donc certain, du fait même des expériences des auteurs anciens.

Le second argument, dont les auteurs dont nous venons de parler se sont servis, est tiré des recherches histologiques. L'histologie a servi à appuyer les doctrines des partisans de l'accroissement interstitiel comme celles des partisans de l'accroissement, par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison. Il est des objections que l'on peut faire aux histologistes, ce sont les suivantes : l'examen d'un cartilage de conjugaison montre qu'il existe aussi bien du côté de l'épiphyse que du côté de la diaphyse des cellules cartilagineuses ayant une disposition identique, disposition, que les histologistes considèrent comme indispensable à la production du tissu osseux, n'est-il pas étonnant que le cartilage soit d'un côté actif, et de l'autre stérile, quoique homogène dans sa constitution ? Ce sont là des arguments qui sans être absolus, nous poussent à admettre que l'histologie n'a pu, au moins jusqu'ici, donner des renseignements précis sur l'ostéogénèse. Dans ce travail nous n'avons d'autre but que d'émettre quelques objections, que de faire part d'un doute sur l'accroissement de l'os, tel qu'on l'envisage encore actuellement. Ce doute, nous allons nous efforcer de le mettre en lumière par quelques faits d'ordres cliniques et expérimentaux. Les faits cliniques qui, à nos yeux, ont une réelle importance, ce sont :

1° Les décollements juxta-épiphysaires. Ces décollements étudiés avec beaucoup de soin par Ollier,

puis par un de ses élèves, Curtillet, nous montrent qu'à la suite de lésions ayant atteint le cartilage de conjugaison, et l'ayant séparé de la diaphyse, il ne s'ensuit pas fatalement arrêt d'accroissement de l'os, mais que fréquemment on a constaté des allongements.

2° Les interventions pratiquées sur la diaphyse des os chez de jeunes sujets, avec conservation des cartilages de conjugaison supérieurs et inférieurs, ont laissé des raccourcissements considérables des membres, et nous n'en voulons comme preuve qu'un cas rapporté récemment dans le journal d'orthopédie, où M. Nové-Josserand a été obligé de pratiquer une intervention pour combler une perte de substance considérable, qui provenait d'une résection diaphysaire opérée dans l'enfance. Les cas analogues ne sont pas extrêmement rares. Des observations de résection de l'épiphyse qui ont entraîné des raccourcissements considérables, et qu'on montre volontiers comme étant dûs à l'ablation de l'épiphyse et du cartilage de conjugaison, ne peuvent pas entraîner la conviction d'une façon absolue, car l'on ignore presque toujours dans les cas présentés aux sociétés, quelle était la longueur de l'os enlevé, si la résection avait été purement épiphysaire ou épiphysodiaphysaire. Pour que ces cas fussent concluants, il faudrait qu'en même temps on puisse présenter le segment osseux qui avait été enlevé. Les quelques recherches que nous avons pratiquées, ne nous ont pas permis d'apporter des documents précis.

3° Les inflammations des os, les ostéomyélites,

avec séquestre étendu, donnent des résultats tout à fait différents : tantôt il y a raccourcissement du membre tantôt il y a allongement. Au dire des partisans de l'accroissement par l'intermédiaire du cartilage de conjugaison, il y aurait raccourcissement toutes les fois que le cartilage de conjugaison est détruit, il y aurait allongement, quand celui-ci est demeuré intact. L'irritation produite par l'inflammation aurait fait proliférer les cellules cartilagineuses et amené l'allongement. Ici encore, nous croyons que cette doctrine mérite d'être discutée, car elle est plutôt basée sur des données théoriques et expérimentales, que sur des faits bien précis. Il est certain que le cartilage de conjugaison offre à l'inflammation bulbaire de l'os, une résistance très grande et celui-ci est rarement perforé par la suppuration. Il ne semble pas dès lors, qu'on puisse ajouter aux faits signalés, l'importance qu'on y attache encore. L'expérimentation, du reste, rapportée par M. Nové-Josserand n'est pas en faveur de la diminution d'accroissement par simple dilacération ou perforation du cartilage. Les raccourcissements qu'il signale sont trop infimes pour entrer en ligne de compte. Nous voyons donc que les faits cliniques, n'autorisent en rien l'adoption d'une de ces théories plutôt que d'une autre ; aussi nous avons cherché dans l'expérimentation une solution du problème.

EXPÉRIENCES

Technique suivie.

Avant d'exposer nos expériences, nous devons donner quelques indications sur la technique que nous avons suivie. En premier lieu, nous nous sommes servi d'animaux aussi jeunes que possible, et nous avons prolongé la durée de l'expérimentation, le plus que nous avons pu. Les procédés employés ont été au nombre de deux :

1^o L'implantation de chevilles métalliques à distance déterminée.

2^o L'excision de portions osseuses.

Les recherches avec la garance qui avaient été la base de la découverte de Duhamel, n'ayant pas donné dès le début le résultat espéré n'ont pas été poursuivies. M. Gallois avait, fin de l'année 1909, soumis au régime de la garance, pendant trois semaines, un porc de trois mois (1), et avait constaté que la coloration des os n'apportait pas de conclusion utile. Ayant

(1) Le 9 février 1910, M. Gallois présente à la société des sciences médicales de Lyon, les os d'un porc nourri à la garance. Voici sa communication : Les pièces que j'ai l'honneur de présenter à la société sont des os d'un porc de trois mois soumis au régime de la garance pendant trois semaines. La racine a été donnée sous forme de poudre de racine à la dose de cent grammes par jour. L'expérience a commencé le 21 décembre, elle fut interrompue le 27 décembre, l'animal se refusant à prendre les aliments incorporés à la garance. Elle fut reprise le 9 janvier et continuée jusqu'au 26, où le porc eut une angine grave ; il dut être sacrifié le 2 février. Lorsqu'il fut éviscéré, les côtes, les vertèbres apparurent d'un rouge très vif, mais aucun organe n'avait une teinte rouge, ni le foie, ni les reins, ni le cerveau ; seuls les os étaient teintés en rouge.

répété son expérience sur des poulets, il n'a pu retrouver les cercles rouges et blancs que décrit Flourens avec tant de netteté. Il nous a conseillé, n'ayant pas devant nous le temps suffisant pour continuer ces recherches, de nous en tenir aux deux modes d'expériences que nous avons précédemment indiqués. Nous avons du reste pu nous rendre compte que déjà Ollier ajoutait beaucoup moins d'importance aux expérimentations faites avec la garance qu'à celles faites avec les

Plusieurs ont été prélevés pour être examinés. Tous présentent une teinte rouge qui contraste avec la blancheur du cartilage.

Cette coloration des os par la garance, découverte par Belchier, chirurgien de Londres, fut utilisée par Duhamel, par Hunter, puis par Flourens, dont les recherches sur la croissance des os au moyen de la garance sont restées classiques.

Sur les pièces qui vous sont présentées on voit très nettement :
1° Sur une coupe transversale d'un os long, un cercle rouge externe et un cercle blanc interne. Le premier correspond à la zone où le tissu osseux est le moins dense; le second, à celle où le tissu est le plus compact. La limite entre les deux cercles manque en général de netteté.

2° Sur une coupe longitudinale d'os long, on peut suivre les deux zones rouge et blanche jusqu'à l'épiphyse, mais la zone blanche s'amincit progressivement et cesse au niveau du tissu spongieux épiphysaire. Tout le tissu spongieux est coloré en rouge, sauf vers le cartilage de conjugaison où la teinte rouge est légèrement moins foncée.

Flourens avait décrit sur les os d'animaux soumis au régime de la garance, outre les deux cercles que nous avons indiqués, un troisième cercle rouge tout-à-fait intérieur, placé dans le canal médullaire; je n'ai pas constaté ce cercle sur les pièces que je vous présente.

Sur les autres os, omoplate, côtes, astragale, les mêmes dispositions d'ensemble se retrouvent.

Quant à la maille osseuse, elle est en général fortement colorée en rouge, sauf cependant en certains points, où elle a une teinte grise ou gris jaunâtre. Cependant, sur le tibia d'un poulet soumis au régime de la garance pendant quarante-huit heures seulement, la moelle osseuse et le tissu spongieux apparaissent d'un rouge foncé, alors que le tissu compact est blanc.

procédés plus précis des implantations de chevilles ou de résections de portions osseuses.

Avant de pratiquer l'implantation des clous ou des aiguilles dans l'épaisseur de l'os, nous avons pris la longueur du segment osseux aussi exactement que possible. Mais nous devons faire observer que sur les os des petits animaux, cobayes et lapins, ces mensurations sont difficiles à pratiquer, et entraînent des erreurs de plusieurs millimètres. Aussi pour remédier à cette inconvénient et apporter plus de précision

Il n'est pas possible de tirer de ces faits une conclusion utile. Les recherches que nous poursuivons avec M. le Docteur Latarget sur la croissance des os feront l'objet ultérieurement de communications à la société.

Ces pièces ont été montrées à M. le Professeur Renaut, et son élève M. le Docteur Dubreuil nous a remis au sujet de la coloration de l'os par la garance, l'explication suivante :

On peut se demander pourquoi la garance se fixe sur la seule osséine qui se dépose durant la période dans laquelle l'animal ingère de la garance ?

L'explication est simple : la fixation de la garance sur l'osséine est un phénomène du même ordre que ceux que l'on nomme les colorations vitales. La garance existe à l'état de solution dans le plasma sanguin et diffuse dans le tissu à l'état de solution très faible. L'osséine possède le pouvoir de concentrer sur elle cette substance colorante.

Toute l'osséine et tout l'os devraient donc être colorés, mais l'osséine de nouvelle formation possède des affinités pour un grand nombre de substances colorantes que l'osséine plus ancienne ne possède plus.

Histologiquement le fait est très constatable et avec une netteté parfaite.

Il est très rationnel de penser que vis-à-vis de la garance, l'osséine de nouvelle formation et l'osséine ancienne se comportent de la même façon que vis-à-vis de certaines autres matières colorantes. Il en résulte que seule, l'osséine qui se dépose durant la période d'ingestion est colorée ; d'où la disposition en couches à peu près concentriques, alternativement colorées, et non colorées de l'os chez un animal qui ingère de la garance de façon discontinue par périodes.

dans nos expériences, nous n'avons opéré que sur un des membres, gardant le membre opposé comme témoin. Dès le début, pour arriver à plus de précision, nous avons utilisé un dispositif qui nous a permis de planter les clous ou les chevilles à des distances parfaitement égales entre elles. Ce dispositif que nous devons à MM. Gallois et Latarjet consiste dans l'emploi de gouttières métalliques rigides, ou encore de gouttières à deux volets pour pouvoir embrasser plus commodément le segment osseux sur lequel l'expérience devait porter; les gouttières étaient percées de trous équidistants de trois millimètres, de cinq millimètres, de un centimètre suivant que l'on avait affaire à un animal de taille plus ou moins grande. Ce procédé permettait d'obtenir sûrement le but cherché: planter des chevilles à des distances égales et sur une même ligne.

Enfin, avant d'opérer, des précautions d'asepsie rigoureuses étaient toujours prises, comme s'il s'était agi d'une intervention délicate de chirurgie ordinaire. La peau a été presque toujours incisée, de façon à reconnaître de visu le siège exact du cartilage de conjugaison, et le point d'implantation des clous par rapport à la limite inférieure de ce cartilage. Voici nos expériences :

EXPÉRIENCE I

10 octobre 1909. — Sur un tibia de rat blanc de quelques jours, nous avons enfoncé trois aiguilles à 3 millimètres de distance, l'animal a été sacrifié un mois après. Les aiguilles étaient implantées au-dessous de l'épiphyse supérieure. Entre l'aiguille supérieure et celle sous-jacente, il existait un écartement de 4 millimètres. Entre la deuxième aiguille et la troisième, l'écartement était resté sensiblement le même, 3 millimètres.

EXPÉRIENCE II

8 décembre 1909. Pigeonneau de 10 jours.

Trois aiguilles sont enfoncées dans le tibia à 3 millimètres

de distance, à la partie moyenne de l'os. Le 5 janvier 1910, l'autopsie pratiquée montre un écartement de un peu plus de 4 millimètres entre la première aiguille, la plus près de l'épiphyse, et la seconde, et un écartement de 4 millimètres entre la seconde et la troisième.

EXPÉRIENCE III

10 décembre 1909. Pigeonneau de 12 jours.

Quatre aiguilles sont enfoncées dans le fémur, les trois premières à 3 millimètres de distance, et la quatrième à 6 millimètres de la troisième. La plus inférieure était au niveau de la portion moyenne de la diaphyse.

Le 3 janvier 1910, l'animal est mort. A l'autopsie, nous avons constaté un écartement de 8 millimètres entre l'aiguille inférieure et l'aiguille sus-jacente placée primitivement à 6 millimètres au-dessus d'elle. Un écartement de 4 millimètres entre la seconde et la troisième, et de 4 millimètres entre la seconde et la première.

L'accroissement est donc égal entre les diverses aiguilles.

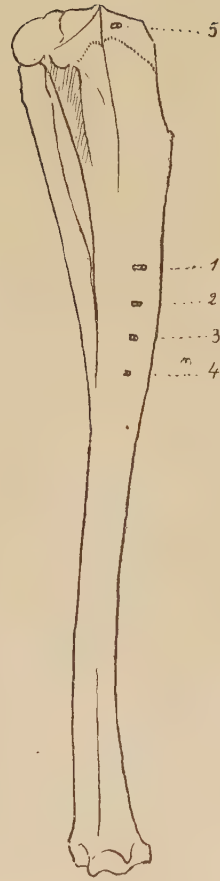
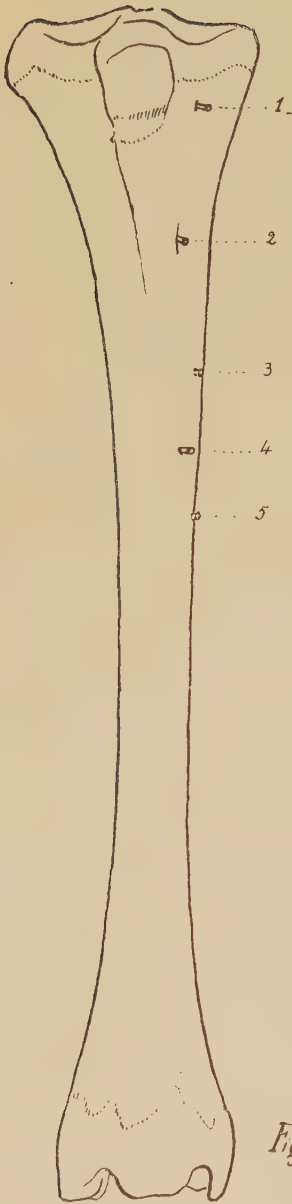
EXPÉRIENCE IV

10 décembre 1909. Levrier de 4 mois et demi.

Implantation de cinq chevilles dans le tibia droit, distantes les unes des autres de 1 centimètre. La première ou aiguille supérieure a été enfoncée à 6 millimètres environ du cartilage de conjugaison. Les chevilles moyennes sont placées au tiers moyen du tibia, la première à 3 centimètres au-dessous de la cheville inférieure du groupe épiphysaire.

L'animal meurt le 23 décembre 1909.

A l'examen de la pièce, il existe un accroissement de 2 millimètres entre les deux chevilles voisines de l'épiphyse, et 1 millimètre entre la deuxième et la troisième cheville. Les autres sont restées à 1 centimètre de distance, et également à 3 centimètres de l'aiguille inférieure du groupe épiphysaire.



EXPÉRIENCE V

10 janvier. Chatte de un mois et demi.

Sur le fémur droit nous avons implanté quatre clous fins, le premier près du cartilage de conjugaison, à son contact, et les autres équidistants de 6 millimètres en 6 millimètres.

L'animal est mort subitement le 5 février 1910. L'examen de la pièce montre que le premier clou est séparé du cartilage de conjugaison par un intervalle de 5 millimètres.

La distance de ce premier clou du deuxième est de 1 centimètre, l'augmentation est donc de 4 millimètres.

Entre le deuxième et le troisième clou, l'écartement est de 8 millimètres. Il est de 8 millimètres et demi entre le troisième et le quatrième. La région épiphysaire a donc été le siège d'un accroissement plus important que la région diaphysaire.

EXPÉRIENCE VI

15 mars 1910. Chevreau de 25 jours.

Cinq clous sont fixés dans la face interne du tibia gauche à 1 centimètre de distance. La première transfixe le cartilage de conjugaison de l'extrémité supérieure de l'os.

Le 5 juin l'animal est sacrifié.

Les modifications de distance entre les chevilles sont les suivantes : 18 millim. entre la première (fig. 1) qui est *restée au contact du cartilage de conjugaison*, et la deuxième de 18 millimètres entre la deuxième et la troisième ; de 11 millimètres entre la troisième et la quatrième ; et de 1 centimètre entre la quatrième et la cinquième. Par conséquent l'accroissement, comme dans l'expérience précédente, est considérable au niveau de toute la région supérieure de l'os, et celle-ci a presque doublé entre les trois premiers clous.

EXPÉRIENCE VII

4 avril 1910, décembre 1910. Lapin de trois semaines.

Quatre aiguilles sont enfoncées dans la diaphyse à 3 millimètres de distance, et une cinquième dans l'épiphyse à 18 millimètres de l'aiguille supérieure du groupe diaphysaire (fig. 2).

A l'autopsie, les quatre aiguilles diaphysaires occupent un espace de 13 millimètres au lieu de 9 millimètres, écartement primitif. L'aiguille épiphysaire est à 31 millimètres de l'aiguille diaphysaire supérieure.

Il résulte de ces premières expériences, que contrairement à l'opinion exprimée par Flourens, l'accroissement de l'os en longueur a son maximum dans la région juxta-épiphysaire, dans la portion bulbaire de la diaphyse, l'épiphyse restant complètement en dehors de l'accroissement de l'os. Ce n'est pas seulement la région directement en contact avec le cartilage de conjugaison, mais toute la portion diaphysaire sous-jacente qui prend part au développement de l'os. Le cartilage apparaît dès lors, comme une sorte de zone neutre recouvrant le bourgeon vasculaire provenant de la diaphyse et permettant à celle-ci de se développer librement. Ces renseignements fournis par ces premières expériences, nous rapprochent donc de la conception de Duhamel, qui disait que l'os s'accroît dans sa partie tendre, non encore durcie, c'est-à-dire dans sa portion juxta-épiphysaire, et nous permettent de rejeter, déjà dans une certaine mesure, l'opinion de Flourens, et celle d'Ollier, ainsi que

celle de la plupart des histologistes qui font jouer un rôle actif au cartilage de conjugaison.

Nous allons aborder maintenant le second groupe des expériences, celui des résections osseuses portant soit sur l'épiphyse, soit sur le cartilage de conjugaison, soit sur la portion diaphysaire. Ces expériences, mériteront des considérations plus importantes, que celles que nous venons d'énoncer. A première vue, en* effet, on est frappé de voir le retentissement considérable qui se produit sur l'accroissement de l'os. Mais il suffit d'avoir pratiqué soi-même ces expériences, pour se rendre compte des délabrements considérables nécessités par ces interventions : section des vaisseaux abordant la surface extérieure de l'os, section d'une portion des tissus avoisinants et souvent aussi de l'extrémité du bourgeon vasculaire de la diaphyse.

Voici nos expériences :

EXPÉRIENCE VIII

Résection diaphysaire. — Sur un cobaye de 10 jours, on pratique, le 6 avril 1911, avec la pince de Liston, la section du tibia à 2 millimètres et demi au-dessous du cartilage de conjugaison, d'une portion d'os, d'environ 6 millimètres. Il se produit à ce moment, une fracture esquilleuse. Ultérieurement par suite des mouvements du cobaye, il se produit une perforation de la peau, et toute l'extrémité de la patte se détache ; il se forme un mognon, sur lequel le cobaye s'appuie pour marcher. Le 24 juin 1911, l'animal est sacrifié et l'on constate que le tibia a, à ce moment, une longueur de 6 millimètres depuis la ligne de démarcation correspondant au cartilage de conjugaison, jusqu'à l'extrémité du mognon. Il y aurait donc

eu dans ce cas particulier un accroissement de 3 millim. et demi si l'intervention a porté exactement au-dessous de la ligne actuellement visible sur l'épiphyse supérieure. Mais il n'est pas douteux qu'entre le moment où l'intervention a été pratiquée et celui où l'animal a été sacrifié, le cartilage de conjugaison n'était pas diminué d'étendue.

EXPERIENCE IX

Ablation du cartilage de conjugaison. — Le 10 janvier 1910, sur un cobaye de trois semaines, on pratique l'ablation du cartilage de conjugaison de l'extrémité inférieure du fémur gauche, avec conservation de l'épiphyse. L'animal a succombé brusquement le 21 février 1910. A l'autopsie, nous avons constaté une déformation considérable de l'épiphyse, qui est reportée complètement en dedans. Faisant suite à la diaphyse, une masse osseuse bourgeonnante s'est développée, donnant à toute l'extrémité inférieure une forme globuleuse. Il est difficile de pratiquer une mensuration exacte et savoir par suite la croissance précise de l'os, mais il est un fait certain, c'est que la diaphyse s'est épaissie, et si l'on ne tient aucun compte de la déformation axiale des exubérances, l'accroissement est très diminué. Le fémur droit a 33 millim. de longueur, du sommet de la tête à la surface condylienne articulaire, tandis que du côté opéré, cette longueur n'est que de 25 millim. Il y a donc, si l'on ne tient aucun compte de la déformation osseuse qui s'est produite, une différence de longueur de 8 millim. entre le côté sain et le côté opéré.

EXPÉRIENCE X

Résections épiphysaires. — Le 7 février 1911, sur un lapin d'un mois on pratique la résection de la totalité de l'épiphyse inférieure du fémur droit, y compris le cartilage de conjugai-

son. Il se produit quelques jours après l'opération une légère suppuration de l'articulation, qui se tarit assez vite. La longueur du fémur au moment de l'opération, était de 30 millim. (Nous donnons cette longueur sous toute réserve, la mensuration a été faite, en effet, depuis le sommet du trochanter jusqu'à l'articulation, et un écart de 1 centimètre a très bien pu se produire; il nous a toujours paru curieux qu'on ait pu tenir compte dans les expériences antérieures de la longueur des os avant l'opération pour en faire une base de discussion). Le 15 avril 1911, l'animal est sacrifié, et en disséquant l'articulation du genou, on trouve une poche purulente analogue à un kyste, remplie de pus tuberculeux. Le fémur est beaucoup plus épaissi que celui du côté opposé. L'extrémité inférieure du fémur est complètement déformée. L'ossification nouvelle est considérable, et elle a été déviée dans son orientation à la suite du trouble fonctionnel apporté par l'expérience. Cette ossification, qui n'apparaît pas seulement comme une ossification périostique, forme une masse osseuse irrégulière, postérieure au fémur, et remontant derrière lui. La longueur du fémur prise depuis la tête fémorale jusqu'à l'extrémité inférieure, est de 54 millim. tandis que la longueur du fémur opposé est de 87 millim. Il y a donc une différence de 3 centimètres entre le côté opéré, en ne tenant pas compte de l'ossification nouvelle qui s'est produite en dehors de l'axe, et le côté sain.

EXPÉRIENCE XI

Le 9 février 1911, sur un lapin d'un mois on pratique l'ablation totale de l'épiphyse supérieure du tibia droit, une légère hémorragie se produit au cours de l'intervention, mais aucun des gros vaisseaux n'est atteint. Le membre est immobilisé dans une gouttière en carton; il ne se produit pas de suppuration. Le 15 avril 1911, l'animal est sacrifié. A l'autopsie, on ne trouve pas de trace de suppuration. Le fémur s'est fortement incurvé d'avant en arrière, surtout à sa partie inférieure, et sa

surface articulaire est à peine déformée. Du côté du tibia on constate une déformation très marquée ; la face postérieure de l'articulation et la face antérieure présentent une disposition inverse ; tandis que la partie postérieure est plane, la partie antérieure se prolonge au-dessus, donnant à l'ensemble de la surface articulaire supérieure, une forme de cavité assez excavée. Les mensurations pratiquées à la partie postérieure, donnent 86 millim., celles de la face antérieure donnent 95, tandis que la mensuration du tibia sain donne 114. Il y a donc une diminution de longueur très appréciable, par suite de la résection de la totalité de l'épiphyse.

EXPÉRIENCE XII

Sur un cobaye de 10 jours il est pratiqué, le 6 avril 1911, une intervention ayant consisté en la résection de l'épiphyse supérieure du tibia droit. Aucune suppuration ne se produit, et, le 17 juin 1911, l'animal, paraissant avoir atteint toute sa taille, est sacrifié. La dissection de la patte opérée a montré un étalement de l'extrémité supérieure du tibia, avec saillie latérale, avec incurvation du péroné qui avait été respecté au cours de l'intervention. Les ossifications qui se sont produites au niveau de l'extrémité supérieure du tibia, rendent délicates les mensurations, mais on peut admettre que dans l'ensemble cet os a une longueur de 30 millim., tandis que le tibia sain a une longueur de 40 millimètres.

EXPÉRIENCE XIII

Cobaye de 10 jours. — Le 6 avril 1911, il est pratiqué sur le tibia gauche une résection de toute l'épiphyse supérieure comprenant le cartilage de conjugaison. L'animal supporte très bien l'intervention ; et le 17 juin 1911, on le sacrifie. Les

déformations constatées, consistent du côté du tibia, en une excavation profonde, siégeant à la face postérieure, la mensuration donne une longueur de 29 millim. et 37 millim. à la face antérieure, alors que la longueur du tibia sain est de 41 millim. Il y a donc une différence de 4 millim. en avant, et 12 millim. en arrière.

Telles sont les premières expériences faites sur les résections des extrémités osseuses. Nos expériences sont, comme on le voit, loin d'être concluantes, et si nous n'avions pour baser notre opinion que les résections des segments osseux, nous n'opposerions aux données fournies par Ollier, que des arguments sans valeur.

Comparées aux expériences d'Ollier, que nous avons rapportées dans le chapitre précédent, nous voyons que la résection de l'épiphyse en laissant intact le cartilage de conjugaison, avait donné une diminution de longueur de 15 millimètres et l'ablation du cartilage de conjugaison avait donné sur un lapin une diminution de longueur de 13 millim. dans un cas et de 18 millim. dans un autre. Seule l'ablation de 4 millim. de la portion juxta-épiphysaire n'avait produit que 8 millim. de différence. Nous croyons donc que nos expériences prouvent simplement que les mutilations que l'on pratique sur un os entraînent toujours des diminutions de longueur importantes, quelle que soit l'étendue de ces interventions, et leur siège. On ne peut pas dire que l'intervention portant uniquement sur le cartilage de conjugaison

produit une diminution de longueur plus importante que la suppression de la totalité de l'épiphyse. Il s'agit de quelques millimètres, et il est bien difficile, dans ces conditions de donner quelque précision. Tout ce qu'on peut affirmer c'est que quelle que soit la mutilation qu'on pratique, elle a toujours un retentissement important sur la longueur de l'os. Nous avons volontairement laissé de côté la question soulevée par Ollier, l'accroissement compensateur par l'extrémité opposée de l'os, car il s'agit d'une vue théorique qui n'a pas reçu de démonstration certaine, et nous renverrons au mémoire de M. le professeur Lesbre, pour plus ample renseignement. Les expériences actuellement en cours sur les animaux de plus grande taille, faites par MM. Latarjet et Gallois, arriveront peut-être à donner des résultats plus faciles à interpréter. Des moyens de recherches sont actuellement utilisés, pour voir si sans mutilation, par irradiation, on ne peut pas serrer de plus près le problème. MM. Regaud, Latarjet et Gallois poursuivent ces expériences au moyen des Rayons X.

Nous nous rendons parfaitement compte que l'effort que nous faisons actuellement pour orienter l'esprit dans une direction différente, ne repose pas sur des données expérimentales et cliniques suffisantes pour étayer des idées nouvelles sur l'ossification. Il est cependant un fait indéniable qui découle de ces recherches. C'est que le cartilage de conjugaison ne joue peut-être pas un rôle aussi exclusif que le voulaient Flourens et Ollier, dans l'accroissement des

os. Cet accroissement se poursuit assez loin dans la diaphyse, aussi, nous aurions tendance à revenir en arrière, et à admettre les idées de Duhamel, en opposition très nette avec celles de Flourens et Ollier.

M. le Professeur Vallas, dans ses entretiens avec MM. Latarjet et Gallois, au sujet de l'accroissement des os en longueur, cherchant à préciser son opinion, compare volontiers, le membre à un processus de métamérisation dont les cartilages de conjugaison forment la séparation intersegmentaire. Quant à l'accroissement de l'os, il l'imagine volontiers à la façon de Duhamel, c'est-à-dire, par un mode de bourgeonnement analogue à celui des végétaux.

Et voulant poser ici un jalon, nous dirions, en exprimant l'opinion de MM. Gallois et Latarjet que la zone d'accroissement de l'os n'est pas limitée à une zone de faible étendue, que cette zone d'accroissement est d'autant plus grande que l'os est plus jeune. A côté des éléments histologiques en présence: cartilages, vaisseaux et cœtera, les facteurs concernant la taille, l'intensité de l'accroissement, les résistances, jouent un rôle important dans la crue osseuse. Cette région d'accroissement actif répond aux deux bulbes diaphysaires. Quant aux deux épiphyses, elles sont peut-être une segmentation du moule cartilagineux primitif, et leur ossification tardive apparaît chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme comme un mode de perfectionnement de la partie articulaire du squelette.

En résumé, pour nous, l'os croît à la façon d'un

bourgeon ; si ce bourgeon est détruit, même partiellement, sa croissance s'arrête ou subit des modifications qui en altèrent complètement son développement. Nous nous rapprochons de la conception de Duhamel. Nous croyons que l'avenir apportera de nouveaux documents pour corroborer cette doctrine.

Conclusions

Les principales théories énoncées sur la crue des os longs sont au nombre de trois.

La théorie de Duhamel : *l'os se développe dans toute la portion avoisinant le cartilage de conjugaison.*

La théorie de Flourens et d'Ollier : *Le cartilage de conjugaison est indispensable à la crue des os en longueur.*

La théorie de Julius Wolf : *l'os croît interstitiellement.*

Les faits cliniques, le traumatisme et l'inflammation, l'histologie, et l'expérimentation, ont été invoqués à tour de rôle par les auteurs pour appuyer leurs doctrines.

Les expériences que nous donnons nous paraissent plus aptes à étayer une donnée précise, que les expériences anciennes, faites pour la plupart dans des conditions d'asepsie défectueuses. Sans vouloir apporter d'affirmation absolue, nous croyons que

l'os croît surtout par la diaphyse, dans sa portion qui s'étend à plusieurs centimètres au dessous du cartilage de conjugaison. Nous adoptons volontiers l'expression de M. le professeur Vallas, qui synthétise sa pensée, en disant : « L'os croît à la façon d'un bourgeon ». Nous nous rapprochons par conséquent de la doctrine première, énoncée par Duhamel.

Vu :

Le Président de la Thèse,

M. VALLAS

Vu :

Le Doyen,

L. HUGOUNENQ

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 12 juillet 1911.

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,

P. JOUBIN.

Bibliographie

- KERCKRING. — 1670, *Spicil. anat. contin. obs. anat. rar. centuriam unam nec non osteogeniam fætum, etc.* Amstelodami, in-4º.
- CLAPTON HAVERS. — 1691, *Osteologia Nova.*
- WINSLOW. — 1720, *Mémoire de l'Académie des sciences.*
- ALBINUS. — 1726, *De ossibus corporis humanis...* (Edinburgh).
- DUHAMEL DU MONCEAU. — 1739-43, *Mémoires de l'Académie des sciences.*
- HALLER. — 1758, *Deux mémoires sur la formation des os fondés sur les expériences.*
- FOUGEROUX. — 1760, *Mémoire sur les os.*
- TROJA. — 1775, *De novorum ossium regeneratione experimenta* (Lutetiac, Didot, 1775).
- HUNTER. — 1777, *Opinions respecting Ossification. In. Med. and Philos. Commentaries of Edinburgh.*
- GOURAUD. — 1803, Thèse de Paris, 1803. *Essai sur la form. et l'accroissement des os.*
- HOUSSHIP. — 1815, *In. med. chir. Transact., t. VI.*
- BÉCLARD. — 1819, *Nouv. Journal de med.*

- MECKEL. — 1820, *In Arch. f. physiol.* Bd I et Bd VII.
- FLOURENS. — 1844-47, *Théorie expérimentale de la formation des os*, 1847.
- H. MEYER. — 1849, *Der Knorpel und seine Verknöcherung in Muller's Archiv.*
- BROCA. — 1852, *Bulletin de la Société anatomique.*
- ROUGET. — 1857, *Développement et structure du système osseux*, thèse de Paris.
- OLLIER. — 1867, *Traité expérimental et clinique de la régénération des os et de la production artificielle du tissu osseux.*
- Lyon Médical, 1870, *Comptes rendus à l'Ac. des sciences.*
- RAMBAUD et RENAULT. — 1864, *Origine et développement des os.*
- SOULIER. — 1864, Thèse de Paris.
- Ch. ROBIN. — *Sur les conditions de l'ostéogénie, avec ou sans cartilage préexistant* (Journal de l'anat. et de la physiol.).
- RANVIER. — 1865, *Considération sur le développement du tissu osseux.* Thèse de Paris.
- JULIUS WOLFF. — 1868-75, *Über Knochenwachstum. In berliner Klin. Wochenschr.* — 1869, *in Centralblatt.*
- DUPLPAY. — 1868, *De l'ostéogénie chirurgic. In. Arch. gener. de med.*
- PHILIPPEAU et VULPIAN. 1870, *In arch. physiologie normale et pathologique.*
- A. PONCET. — 1872, *De l'ostéite envisagée au point de vue de l'accroissement des os.*
- OLLIER. — 1873, *Archives de physiologie. Comptes rendus à l'Acad. des sciences.*
- STRELZOFF.¹ — 1875, *Zur Frage über Wachstum der Knochen* (Berliner clinic Wochenschrift, p: 469).

- STIEDA. — 1875, *Studien über die Entwicklung der Knochen und des Knochengewebes*. Arch. f. mik. anat. Bd XI.
- STENDENER. — 1875, *Beiträge zur lehre von der Knochentwicklung und dem Knochenwachstume*. Abhanal der naturforsch. ges zu Halle. Bd XIII.
- MASQUELIN. — 1878.
- BERNAYS A. — 1878, *Die Entrwicklungsgeschichte des Kniegelenkes der Menschen mit Bemerkungen über die Gelenke im Allgemeinen* morph. Jahrbuch. Vol. IV. Leipzig.
- SCHNEIDER A. — 1879, *Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgechichte der Wirbelthiere*. Berlin.
- REMY. — 1880, Thèse d'agrégation.
- RIGAL et VIGNAL. — 1881, In. Arch. de physiologie, 1881.
- KASSOWITZ. — 1881, *Die normale Ossification*.
- ROBIN et HERMANN. — 1882, *Mémoire sur la génération et la régénération de l'os des cornes caduques et persistantes des ruminants*.
- ROETTERER. — 1884, Journal anatomie.
- EGGER. — 1885, *Experimental Beiträge*.
- CHAMPAL. — 1889.
- CURTILLET. — 1891. *Thèse de Lyon. Des décollements juxta-épiphysaires*.
- BENEDICKT. — 1892. *Contralblatt für medicinischen Wischenschaften*.
- NOVÉ-JOSSERAND. — 1893. *Troubles de l'accroissement des os, par lésions des cartilages de conjugaison*. Thèse de Lyon 1893.
- DIEULAFÉ et HERPIN. — 1896. *Développement de l'os maxillaire inférieure*. In. Journal anat.
- GEGENBAUER. — 1898. *Anatomie générale*.

- LE DAMANY. — *Influence de la dextruct. du point d'ossification dans les os longs et leur épiphyse sur le développement de ces os ou portions d'os* (Bulletin de la Société des Sciences et de Médecine de l'Ouest X-4).
- SPIELMANN. — 1900. Thèse de Nancy. *Le Rachitisme* (1899-1900, n° 17).
- FREIBERG. — 1902. *La loi de Wolff et la pathogénie fonctionnelle des déformations osseuses* (American Journal of the méd. science, déc. 02).
- HASSELWANDER. — *Untersuchungen über die Ossification des menschlichen Fuss skelettes*. Morph. Zeitsch. Antr. Vol. V. Stuttgart.
- ADACHI. — 1904.
- FRIEDLANDER. — *Anatomische Hefte*.
- BARDEBEN. — 1905.
- REITTERER. — 1905. *Structure et histologie de l'os* (Journal d'anatomie).
- DIEULAFÉ et HERPIN. — 1907. *Histogénèse de l'os maxillaire inférieur* (Journal d'anatomie).
- BERNARDINI. — 1909. *Etudes et observations sur les lésions rencontrées sur les os de 623 pieds de cheval* (Clinica veterinaria, nos 4 et 5).
- GUDDEN. — *Remarques sur le travail de Maas, sur la régénération et l'accroissement des os* (Arch. für clinic-chirurgie Band 24, p. 477).
- NOVÉ-JOSSERAND. — 1911. In Journal d'orthopédie.
-

Table des Matières

<i>Introduction</i>	3
CHAPITRE I. — <i>Historique</i>	9
Théorie de Duhamel du Monceau.....	10
Théorie de Flourens.....	14
Théorie d'Ollier.....	17
Théorie de Julius Wolff.....	27
CHAPITRE II. — <i>Critique des théories</i>	37
Expériences a) technique.....	42
b) implantations de chevilles.....	45
c) résections	50
Edification d'une théorie sur l'accroissement de l'os en longueur.....	54
<i>Conclusions</i>	59
<i>Bibliographie</i>	61
